ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 6 AVRIL 1920.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES LEMOINE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Camille Sauvageau**, par l'organe de M. *L. Mangin*, fait hommage d'un volume intitulé : *Utilisation des algues marines.*

PLIS CACHETÉS.

M. **F. Vlès** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 21 janvier 1918 et inscrit sous le n° 8479.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, renferme une Note intitulée : *Spectrophotométrie ultraviolette des phénols nitrés. Contribution à l'étude de l'absorption.*

(Renvoi à l'examen de M. D. Berthelot.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions croissantes et les fonctions entières.* Note [1] de M. **Georges J. Rémoundos.**

Les résultats obtenus simultanément par MM. Boutroux [2] et Lin-

---

[1] Séance du 27 mars 1920.

[2] *Sur quelques propriétés des fonctions entières* (Paris, 1903) et *Acta mathematica*, t. 28, 1904.

delöf [1] sur les fonctions entières d'ordre *fini* devaient être étendus aux fonctions d'ordre *infini*. La première tentative se trouve dans quelques pages de la Thèse de M. Boutroux, et la plus importante et la plus décisive dans celle de M. A. Denjoy [2], qui est parvenu à atteindre son but dans des cas très généraux.

Or les bases de la théorie des fonctions entières d'ordre infini ont été posées dans le célèbre Mémoire de M. Borel [*Sur les zéros des fonctions entières* (*Acta mathematica*, t. 20, 1897)], dans lequel se trouve un théorème fondamental sur les fonctions croissantes continues $\mu(x)$, le suivant :

Etant donné un nombre θ positif et supérieur à l'unité (quelconque), s'il existe des valeurs de x ne satisfaisant pas à l'inégalité

$$\mu\left[x + \frac{1}{\log\mu(x)}\right] < [\mu(x)]^\theta,$$

ces valeurs, que nous pouvons appeler « exceptionnelles », remplissent des intervalles d'étendue totale finie. La longueur totale d'une suite d'intervalles exceptionnels situés à droite d'une valeur x_0 ne dépasse pas la quantité

$$\frac{\theta}{\theta - 1}\,\frac{1}{\log\mu(x_0)}.$$

Dans le cas où il n'existe pas d'intervalles exceptionnels à partir d'une valeur de x, nous dirons que la croissance de $\mu(x)$ est *typique*.

Ce théorème a permis à MM. Kraft et Blumenthal [3] de préciser les résultats du Mémoire de M. Borel et donner, moyennant les fonctions-types, un exposé de la théorie clair et didactique.

En utilisant systématiquement et le mieux possible le théorème de M. Borel ci-dessus énoncé, j'ai obtenu de nouveaux résultats qui précisent certaines propriétés des fonctions entières, avantageuses surtout pour le cas d'ordre *infini* et indépendantes de celles de M. Denjoy. Le but de cette Note est de communiquer ces nouveaux résultats, qui sont les suivants :

I. *La dérivée logarithmique de toute fonction croissante* (*continue*) $M(x)$

---

(1) *Acta Soc. Fenn.*, t. 31, 1902. Voir aussi Wiman, *Arkiv för Mat. Astr. och. Fys.*, t. 1, 1904.

(2) *Sur les produits canoniques d'ordre infini* (*Thèse de doctorat*, Paris, 1909).

(3) *Principes de la théorie des fonctions entières d'ordre infini* (Paris, *Collection de monographies* sous la direction de M. Borel).

satisfait à l'inégalité

$$\frac{M'(x)}{M(x)} < [\log M(x)]^{1+\varepsilon},$$

ε *étant positif, pour toutes les valeurs assez grandes de* x, *sauf peut-être quelques intervalles exceptionnels, dont la longueur ne dépasse pas la quantité*

$$\frac{1}{\log_3 M(x_0)} = \frac{1}{\log\log\log M(x_0)},$$

x_0 *étant l'origine.*

II. *Si les coefficients d'une fonction entière*

$$f(z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots + a_n z^n + \ldots$$

satisfont à l'inégalité

(1) $$|a_n| < \frac{\mu(r)}{r^n}$$

à partir d'une valeur de $r = |z|$, *où* $\mu(r)$ *est une fonction quelconque, nous avons, pour* $|z| = r$, *l'inégalité*

$$M(r) < \mu(r)[q(r)]^{1+\varepsilon}$$

ou

$$M(r) = |a_0| + |a_1|r + |a_2|r^2 + \ldots + |a_n|r^n + \ldots,$$

où ε *est positif arbitraire et* $q(r)$ *une fonction quelconque croissant plus vite que toute puissance finie de* r, *pour toute valeur assez grande de* r, *sauf peut-être quelques intervalles exceptionnels, d'étendue totale finie. La longueur totale d'une suite de tels intervalles situés à droite de* x_0 *ne dépasse pas la quantité* $\frac{\alpha+1}{\alpha}\frac{1}{\log q(r_0)}$, α *étant un nombre quelconque inférieur à* ε.

Les intervalles exceptionnels N'EXISTENT PAS *si la fonction arbitraire* $q(r)$ *est à croissance typique.* Le théorème subsiste si l'inégalité supposée (1) se remplace par $|a_n| < \frac{\mu(r)q(r)}{r^n}$.

Nous en concluons les inégalités

$$A(r) \leqq M(r) < A(r)[q(r)]^{1+\varepsilon},$$
$$B(r) \leqq M(r) < B(r)[q(r)]^{1+\varepsilon},$$

où $A(r)$ et $-B(r)$ désignent le maximum et le minimum de la partie réelle de $f(z)$; il n'existe pas d'intervalles exceptionnels lorsque la fonction arbitraire $q(r)$ est à croissance typique.

III. *En désignant par $m(r)$ le module maximum, sur le cercle $|z| = r$, de $f(z)$ et par $m_1(r)$ celui de sa dérivée $f'(z)$, nous avons l'inégalité*

$$m_1(r) < m(r)[\log m(r)]^{1+\varepsilon}[q(r)]^{1+\varepsilon},$$

où ε est positif arbitraire et $q(x)$ une fonction arbitraire à croissance typique assujettie seulement à croître plus vite que toute puissance finie de r. S'il existe des intervalles exceptionnels, leur longueur est inférieure à $\frac{1}{\log_3 m(r_0)}$, r_0 étant l'origine.

IV. Complément d'un théorème classique de M. Hadamard. — *Si, pour $|z| = r$, nous avons l'inégalité*

$$|f(z)| \leqq e^{\mu(r)},$$

le nombre n des zéros, dont le module est inférieur ou égal à r, satisfait à l'inégalité

$$n < r^2\mu(r)[g(r)]^{1+\varepsilon} \quad (\varepsilon \text{ positif arbitraire}), \tag{2}$$

où $g(r)$ désigne une fonction croissante arbitraire, assujettie seulement à la condition de croître plus vite que $\log r$. *S'il existe une suite d'intervalles exceptionnels commençant par r_0, leur longueur totale ne dépasse pas la quantité $\frac{a+1}{a}\frac{1}{\log g(r_0)}$, où $a < \varepsilon$. Il n'existe pas de valeurs exceptionnelles pour l'inégalité (2), lorsque la fonction arbitraire $g(r)$ est à croissance typique.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une nouvelle application de la fonction* $W_{k,\mu,\nu}(x, y)$. Note [1] de M. **Pierre Humbert**, présentée par M. Appell.

Soit, dans l'espace à quatre dimensions, le changement de variables

$$x = uv \sin\varphi \cos\theta,$$
$$y = uv \sin\varphi \sin\theta,$$
$$z = uv \cos\varphi,$$
$$t = \frac{u^2 - v^2}{2},$$

où $\varphi = C$ et $\theta = C$ représentent des hyperplans, $u = C$ et $v = C$ des hyperparaboloïdes de révolution, c'est-à-dire les hypersurfaces du second

---

[1] Séance du 29 mars 1920.

ordre engendrées par la rotation autour de Ot de paraboloïdes situés dans l'espace des xyt et de révolution autour de Ot. L'équation de Laplace à quatre variables $\Delta V = 0$ s'écrira alors

$$\frac{\partial}{\partial u}\left[u^2 v^2 \sin\varphi \frac{\partial V}{\partial u}\right] + \frac{\partial}{\partial v}\left[u^2 v^2 \sin\varphi \frac{\partial V}{\partial v}\right] + \frac{\partial}{\partial \varphi}\left[(u^2+v^2)\sin\varphi \frac{\partial V}{\partial \varphi}\right] + \frac{\partial}{\partial \theta}\left[\frac{u^2+v^2}{\sin\varphi}\frac{\partial V}{\partial \theta}\right] = 0.$$

En posant $V = \cos m\theta\, V_1(u, v, \varphi)$, nous sommes conduits à

$$\frac{\partial}{\partial u}\left(u^2 v^2 \frac{\partial V_1}{\partial u}\right) + \frac{\partial}{\partial v}\left(u^2 v^2 \frac{\partial V_1}{\partial v}\right) + (u^2+v^2)\left[\frac{1}{\sin\varphi}\frac{\partial}{\partial\varphi}\left(\sin\varphi\frac{\partial V_1}{\partial\varphi}\right) - \frac{m^2 V_1}{\sin^2\varphi}\right] = 0.$$

Désignons alors, suivant l'usage, par $P_n^m(\cos\varphi)$, la fonction adjointe de Legendre, qui vérifie l'équation

$$\frac{1}{\sin\varphi}\frac{d}{d\varphi}\left(\sin\varphi\frac{dP}{d\varphi}\right) + P\left[n(n+1) - \frac{m^2}{\sin^2\varphi}\right] = 0;$$

si nous posons

$$V_1 = P_n^m(\cos\varphi)\, U(u, v),$$

nous trouvons pour la fonction U l'équation suivante, après division par $u^2 v^2$,

$$\frac{\partial^2 U}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial v^2} + \frac{2}{u}\frac{\partial U}{\partial u} + \frac{2}{v}\frac{\partial U}{\partial v} - n(n+1)\left(\frac{1}{u^2}+\frac{1}{v^2}\right)U = 0. \tag{1}$$

Cette équation pourrait être scindée en deux, ce qui permettrait de mettre la fonction U sous forme du produit d'une fonction de u seul par une fonction de v seul; mais nous allons montrer qu'elle admet aussi comme solution un cas particulier de la fonction à deux variables $W_{k,\mu,\nu}(x, y)$ que nous avons définie récemment [1] comme cas limite de la fonction hypergéométrique F_2 de M. Appell.

Cette fonction satisfait, en effet, aux équations

$$x^2 r - qxy + z\left(-\frac{x^2}{4} - \frac{xy}{2} + kx + \frac{1}{4} - \mu^2\right) = 0,$$

$$y^2 t - pxy + z\left(-\frac{y^2}{4} - \frac{xy}{2} + ky + \frac{1}{4} - \nu^2\right) = 0.$$

Considérons alors la fonction

$$U(x, y) = x^{-\frac{3}{2}} y^{-\frac{3}{2}} e^{\frac{1}{4}(y^2-x^2)} W_{k,\mu,\nu}\left(\frac{x^2}{2}, -\frac{y^2}{2}\right);$$

(1) *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 564.

si nous formons les deux équations auxquelles elle satisfait, et que nous les ajoutions membre à membre, nous constaterons que le paramètre k disparaît, et qu'il reste l'équation unique

$$r + t + \frac{2p}{x} + \frac{2q}{y} + z\left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{y^2}\right)\left(\frac{1}{4} - 4\mu^2\right) = 0,$$

qui admet par conséquent pour solution la fonction $U(x, y)$ considérée. Or, il suffit de poser $4\mu^2 - \frac{1}{4} = n(n+1)$, ou $\mu = \frac{n}{2} + \frac{1}{4}$, pour identifier cette équation avec l'équation (1) : nous voyons donc que l'équation de Laplace, avec le changement de variable envisagé, admet des solutions de la forme

$$V = u^{-\frac{3}{2}} \rho^{-\frac{3}{2}} e^{\frac{1}{4}(\rho^2 - u^2)} \cos m\theta \, P_n^m(\cos\varphi) \, W_{k, \frac{n}{2}+\frac{1}{4}, \frac{n}{2}+\frac{1}{4}}\left(\frac{u^2}{2}, -\frac{\rho^2}{2}\right).$$

GÉOMÉTRIE. — *Énumération des classes de transformations du plan projectif.* Note de M. **L.-E.-J. Brouwer**, présentée par M. Paul Appell.

En 1912, dans une Communication faite au Congrès international de Cambridge, j'ai énuméré les *classes* de transformations univoques et continues de la sphère en elle-même, en démontrant que chacune de ces classes est caractérisée entièrement par le *degré* des transformations qu'elle comprend.

Dans le cas du plan projectif la solution du même problème est un peu plus compliquée : je la déduis succinctement dans les lignes suivantes.

Soient π le plan projectif, dans lequel nous supposons définie une géométrie elliptique E; t une transformation univoque et continue de π en lui-même; k une courbe simple fermée et unilatérale de π; h le dédoublement de k; G la région bilatérale de π bornée par h; k' l'image de k pour t; F l'une des deux représentations de $G + h$ sur le dédoublement sphérique β de π, déterminées par t; G' et h' les images de G et de h pour F; I l'aire de β pour la géométrie E.

La transformation t sera dite *de première espèce*, si k' est unilatérale; *de seconde espèce*, si k' est bilatérale.

Soit t de première espèce. Nous pouvons définir les indicatrices de G et de β de manière que l'aire totale de G' devienne égale à $\left(n + \frac{1}{2}\right)$ I, n désignant un entier *non négatif*, que nous appellerons le *degré* de t.

Au moyen d'une déformation continue très semblable à celle que j'ai exposée à Cambridge, on parvient à réduire t à une *transformation canonique*, pour laquelle h' est un grand cercle parcouru une seule fois, tandis que n courbes simples fermées situées dans G et sans points communs sont représentées par F chacune en un seul point de β, les régions déterminées par ces courbes étant toutes représentées biunivoquement avec le degré $+1$, celles qui ne sont pas contiguës à h, sur la sphère β simplement ou multiplement pointée, celle qui est contiguë à h, sur une hémisphère limitée par h' et elle aussi pointée en général. Or, au moyen de mon raisonnement de Cambridge, on reconnaît facilement que toutes les transformations canoniques de degré n appartiennent à la même classe, il s'ensuit que *toutes les transformations de première espèce possédant le même degré constituent une seule classe.*

Soit ensuite t de seconde espèce. Alors F recouvre β soit partout avec un degré pair, soit partout avec un degré impair, de sorte que parmi les transformations de seconde espèce, nous pouvons distinguer des transformations *paires* et des transformations *impaires*.

On démontre que toute transformation de seconde espèce peut être réduite au moyen d'une déformation continue à une *transformation simplement contractée en k*, pour laquelle k' n'est qu'un seul point, tandis que β est recouverte par F soit avec le degré zéro, soit avec le degré $+1$. Or, en raison du théorème démontré dans ma Communication de Cambridge, toutes les transformations simplement contractées en k de même parité appartiennent à la même classe, il s'ensuit que *toutes les transformations de seconde espèce possédant la même parité constituent une seule classe.*

MÉCANIQUE. — *Extension des systèmes conservatifs et généralisation d'un théorème de M. Painlevé.* Note de M. J. ANDRADE.

I. Le déterminisme mécanique qui, depuis longtemps, s'est imposé à la doctrine classique de la Mécanique rationnelle en raison des immenses services qu'il a rendus à l'Astronomie planétaire, n'est pas le seul qui demeure compatible avec la notion des systèmes conservatifs et par suite avec la notion des équilibres stables. D'autre part, dans les interprétations plus ou moins avouées, plus ou moins précises des théoriciens de la Physique, apparaît de plus en plus la tendance à remplacer le pur système de coordonnées absolues par la notion d'un *milieu physique* où baignent les corps que

nous expérimentons tous les jours. C'est par rapport à ce milieu physique que l'on peut généraliser le déterminisme habituel de la Mécanique.

II. Suivant l'hypothèse *galiléenne*, une force F, agissant actuellement sur une masse, lui communique une accélération J et les deux vecteurs F et J sont unis par la relation $F \rightleftharpoons kmJ$; à cette hypothèse substituons la suivante :

$$F \rightleftharpoons kmJ\varphi(V^2) \quad (k \text{ et } m \text{ deux constantes}),$$

$\varphi(V^2)$ étant une fonction numérique du carré de la vitesse actuelle V de la masse m.

III. Supposons que la force F dépende d'une fonction U des coordonnées de la masse m et posons

$$(1) \qquad \psi(\alpha) = \int_0^\alpha \Phi(z)\,dz.$$

Le mouvement de la masse libre admettra l'intégrale

$$(2) \qquad \frac{1}{2}km\,\psi(V^2) - U = \text{const.}$$

IV. Considérons un *système matériel à liaisons* et baignant dans le milieu physique déjà envisagé, les idées de Lagrange et celles de d'Alembert, qui ne font que traduire la passivité ou l'inertie des liaisons, seront encore efficaces et fourniront, au mouvement d'un système dépendant d'une fonction des forces U, l'intégrale suivante où h est constante arbitraire :

$$(2 \textit{ bis}) \qquad \Theta = \frac{1}{2}\Sigma km\,\psi(V^2) = U + h;$$

formule où les fonctions $\psi(V^2)$ sont toutes positives.

Le théorème de Lagrange-Dirichlet assure encore une condition suffisante de la stabilité de l'équilibre.

On voit que cette extension du déterminisme mécanique conserve ce qui, dans le domaine pratique, est le plus utile : *l'emploi des balances et la mesure mécanique du temps fondée sur les lois des petits mouvements*.

V. En revanche, les six intégrales projectives habituelles propres aux mouvements des *systèmes isolés* paraissent tout à fait perdues.

On peut toutefois, en imitant avec une variante convenable une méthode inaugurée par M. Painlevé, obtenir le théorème suivant :

Envisageons *un système isolé déformable* dépendant d'une fonction des

forces dont les seules variables soient les distances mutuelles r_{ij} des points matériels M_i et M_j des points matériels qui composent le système isolé.

Au temps $t = 0$, le système s'est ébranlé avec des vitesses initiales toutes nulles; au temps t_1 le système retrouve sa configuration initiale avec des vitesses actuelles, toutes nulles nécessairement puisque le système est conservatif.

Soient S_0 et S_1 les positions respectives du système à ces époques, envisageons la situation Σ du système, à l'époque intermédiaire $\frac{t_1}{2}$.

Les vitesses de déformation, ou les $\frac{dr_{ij}}{dt}$ sont nulles, mais les vitesses absolues des points matériels ne seront pas nécessairement nulles comme elles le sont dans la Mécanique classique en vertu du théorème des aires; toutefois on peut affirmer que les positions successives S_0, Σ, S_1 du système se reproduiront respectivement dans l'ordre S_0, Σ, S_1 Σ, S_0 et aux époques respectives $0, \frac{t_1}{2}, t_1, \frac{3t}{2}, 2t_1$; et ce cycle se reproduira dans la suite du temps périodiquement; et en particulier le centre de gravité du système décrit un arc périodique $G_0 \Gamma G_1 \Gamma G_0$ d'une oscillation sur une même trajectoire constituant un mouvement périodique de période $2t_1$.

Dans le cas particulier où la position Σ serait constituée avec des vitesses actuelles nulles pour tous les points matériels du système, les positions S_0 et S_1 formeraient deux ensembles superposables et parallèles.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Cause de l'usure ondulatoire des rails.* Note de M. **Ch. Frémont**, présentée par M. L. Lecornu.

Depuis une vingtaine d'années, les spécialistes ont publié des observations sur les ondulations qui apparaissent en certains endroits de la surface de roulement des rails. Ils ont généralement attribué la cause de ces ondulations à la nature de l'acier : un mouvement vibratoire, pendant le laminage du rail, créerait le germe initial de ces ondulations.

Des expériences personnelles, effectuées dans le Service de la voie du chemin de fer de l'Est, m'ont montré que la cause de cette usure prématurée des rails est due au phénomène mécanique suivant :

Quand un glissement succède brusquement au roulement de la roue sur le rail, il se produit, par frottement brusque et excessif, un *choc tangentiel* au bandage de la roue; ce choc n'est pas un effort qui puisse être équi-

libré par un effort antagoniste, c'est une quantité de travail qui est absorbée par une déformation élastique d'organes mécaniques connexes avec la roue, généralement par l'essieu qui se tord.

Cette déformation élastique, proportionnelle à l'intensité du choc, emmagasine une quantité de travail qui, brusquement restituée, entraîne rapidement la roue dans le sens inverse, par la détorsion de l'essieu, ce qui fait produire au bandage, sur le rail, un effet de meulage par friction locale.

De nouveaux chocs succèdent au précédent pour les mêmes raisons et produisent ainsi les ondulations sur le rail par une suite de saccades rapides.

Observations de M. **Lecornu** *sur la Communication précédente.*

La Note de M. Fremont invoque le choc tangentiel qui est susceptible de se produire par l'effet du frottement de glissement prenant naissance entre les surfaces de deux corps. C'est là un phénomène sur lequel j'ai jadis appelé l'attention (*Comptes rendus*, t. 140, 1905, p. 635 et 847). Mon but était alors de montrer que, si l'on tient compte de ce phénomène et si l'on remarque en outre que toute force appliquée à un solide réel provoque une déformation correspondante, on voit disparaître les contradictions auxquelles conduisent, dans l'hypothèse d'une rigidité absolue, les lois classiques du frottement. Nous trouvons ici un nouvel et intéressant exemple de ce genre de percussion.

AVIATION. — *Le vol à voile par vent horizontal de vitesse et de direction invariables.* Note [1] de MM. **Jean Villey** et **A. Volmerange.**

Une Note de M. Noguès, publiée sous ce titre dans les *Comptes rendus* de la séance du 5 janvier 1920 (t. 170, p. 65) conduit à la conclusion qu'un oiseau volant dans un vent horizontal régulier constant pourrait indéfiniment se sustenter, et même avancer contre le vent, sans dépenser d'énergie (musculaire ou gravifique).

La comparaison avec le bateau à voiles, qui avance en louvoyant contre le vent moteur, n'est pas légitime, car celui-ci prend appui sur l'eau. Au contraire, sur l'oiseau et l'air qui le soutient interviennent seulement des

[1] Séance du 22 mars 1920.

forces intérieures au système ([1]) : Tout freinage que l'oiseau exerce sur le vent en vue de lui emprunter de l'énergie (en mettant à profit sa propre force vive antérieure) entraîne donc obligatoirement pour lui une variation de quantité de mouvement égale et opposée à celle subie par le vent.

Cette relation est vraie en projection sur n'importe quel axe, et en particulier sur la direction VO du vent horizontal, supposée invariable. Même si le phénomène de rebondissement de l'air n'entraînait pas obligatoirement une dégradation partielle de l'énergie échangée, le vent ne pourrait fournir de l'énergie à l'oiseau qu'au prix d'une diminution de sa propre quantité de mouvement suivant cette direction d'incidence. A cela s'ajoute que la seule sustentation pendant le temps t impose à l'air une quantité de mouvement égale à $(Mg \times t)$ suivant la verticale vers le bas : elle ne peut apparaître qu'au prix d'une diminution supplémentaire de sa quantité de mouvement initiale (incidence horizontale).

La projection de la vitesse propre de l'oiseau sur la direction VO du vent ne peut donc que décroître (algébriquement), lorsque le vent fournit de l'énergie à l'oiseau :

Supposée négative au début, elle diminuera progressivement en valeur absolue; lorsqu'elle deviendra nulle, l'oiseau ne pourra plus gouverner à volonté sans dépenser d'énergie; elle deviendra ensuite positive et croissante : la vitesse du vent relatif diminuant en conséquence, il arrivera un moment où la sustentation elle-même deviendra impossible sans dépense d'énergie.

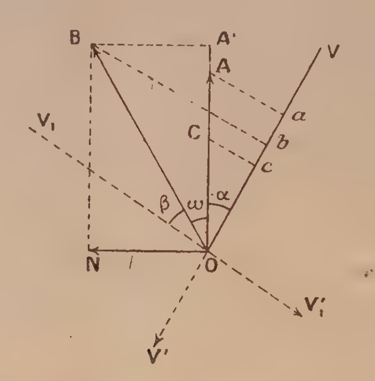
La conclusion rappelée plus haut étant ainsi en contradiction manifeste avec les principes essentiels de la Mécanique, il est intéressant de préciser le défaut du raisonnement qui y a conduit.

Ce raisonnement est essentiellement le suivant : L'oiseau, animé d'une vitesse horizontale OA qui fait avec la direction VOV' du vent un angle $(\pi - \alpha)$ compris entre $\frac{\pi}{2}$ et π, peut, par orientation convenable de son plan sustentateur, amener la force de poussée (normale audit plan) à avoir des projections positives simultanément sur la verticale Oz (vers le haut) et sur la direction OA de sa vitesse; il obtient donc alors simultanément, au moyen d'énergie empruntée au vent, sa sustentation et un

---

([1]) En laissant de côté la pesanteur qui permet à l'oiseau d'acquérir des accroissements de force vive au maximum égaux à la diminution Mgh d'énergie potentielle dont il peut disposer en se laissant descendre jusqu'au sol.

accroissement de son énergie cinétique, au cours d'une portion de trajectoire qui avance contre le vent, avec un accroissement AA′ de sa vitesse suivant la direction de départ OA.



C'est bien exact, mais la nouvelle vitesse OB, plus grande que OA, fait avec la direction V′OV un angle $\alpha + \omega > \alpha$, puisque sa projection Ob sur OV est plus petite (en valeur absolue) que la projection Oa de OA. S'il poursuivait sa manœuvre dans le même sens à partir de OB, il arriverait à l'impossibilité de gouverner, puis à l'impossibilité de se sustenter, qu'on a déjà signalées plus haut. Il devra donc prendre de nouvelles orientations capables d'annuler la composante dérivante ON de sa vitesse; et l'erreur consiste à considérer cette manœuvre corrective comme un crochet épisodique, tandis qu'elle entraîne forcément pour l'oiseau une perte d'énergie supérieure au gain acquis dans la manœuvre dérivante :

Lorsque sa vitesse sera revenue sur la direction primitive OA, elle aura une valeur OC forcément plus petite que sa valeur initiale OA, les deux relations $\overline{\text{OC}} > \overline{\text{OA}}$, qui exprime un gain de force vive de l'oiseau, et $\text{O}c < \text{O}a$, qui exprime la perte corrélative de quantité de mouvement du vent suivant sa direction incidente, étant manifestement contradictoires lorsque l'angle de OC avec OA est nul.

Le vol à voile prolongé, sans dépense d'énergie par l'oiseau, n'est possible que si l'oiseau vole dans un vent *irrégulier*, dont la composante normale à la direction générale du voyage change alternativement de sens le long de la trajectoire, avec une périodicité assez faible pour annuler la dérive ω, *sans dépense d'énergie par l'oiseau*, avant qu'elle ait pris une valeur exagérée. Si α est l'angle le plus petit qui permette avec sécurité la manœuvre dérivante à gauche à partir de la vitesse initiale OA, ω l'angle de dérive réalisé dans la manœuvre, et β l'angle le plus petit qui permette

avec sécurité la manœuvre dérivante à droite à partir de la nouvelle vitesse initiale OB, l'oscillation angulaire du vent, du début d'une manœuvre au début de la suivante, doit être au moins égale à $(\alpha + \omega + \beta)$. Les accroissements d'énergie cinétique ainsi réalisables par l'oiseau schématique dont nous avons négligé les résistances passives, représenteraient, pour un oiseau réel, la possibilité de vaincre ses résistances passives, et de remonter le vent à vitesse constante sans dépenser d'énergie. La direction générale du voyage ainsi réalisable serait intérieure à l'angle AOB.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la distribution dans le sol des courants émis par des lignes de traction électrique.* Note de M. **Girousse**, présentée par M. Lippmann.

Nous avons, dans une précédente Note [1], indiqué comment, à l'aide d'hypothèses couramment admises, on pouvait calculer la grandeur des courants émis en chacun de leurs points par les rails des tramways électriques.

Ces indications peuvent suffire quand on a simplement en vue la réglementation générale de la traction électrique.

Mais quand il s'agit d'études plus précises et de cas d'espèce, il faut déterminer le champ électrique engendré par les rails, et il faut aussi déterminer l'intensité des courants qui pénètrent et traversent les masses altérables placées dans ce sol, c'est-à-dire déterminer l'état électrique de ces masses en fonction de leur position dans le sol.

Ces deux nouveaux problèmes sont, au point de vue du calcul, de nature très différentes et ils doivent être examinés séparément. Nous ne nous occuperons ici que du premier.

La question revient à déterminer l'état de régime d'un milieu indéfini quand on connaît le flux d'électricité débité par un conducteur situé dans ce milieu, où le potentiel de surface de ce conducteur qui, dans le cas que nous considérons, n'est autre que la voie même du tramway.

C'est le problème de Dirichlet pour l'espace extérieur : la solution exacte et complète en est connue, mais elle est trop compliquée pour les applications ordinaires et il convient d'éviter cette difficulté en s'en tenant à une solution approchée, d'autant plus que les variations de conductibilité du sol rendraient illusoire toute recherche de grande exactitude.

Or, on remarque immédiatement que la question se présente ici sous une

(1) *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 846.

forme très particulière, puisque l'on connaît, à la fois, le flux de force et le potentiel de la surface de départ.

Les valeurs obtenues pour ces quantités ne sont, il est vrai, que des valeurs approchées, mais, en les utilisant simultanément l'une et l'autre, on obtiendra pour le problème actuel une approximation du même ordre que celle obtenue dans l'étude du courant émis par les rails, laquelle est regardée comme suffisante.

On peut dès lors, au lieu de recourir aux méthodes de Neumann, employer simplement la formule connue

$$U(a, b, c) = \frac{1}{4\pi}\int\int_{\Sigma}\left(\frac{1}{r}\frac{dU}{dn} - U\frac{d\frac{1}{r}}{dn}\right)d\sigma.$$

Si l'on tient compte en outre de la forme spéciale du conducteur de départ, qui peut être réduit à son axe et assimilé à une simple ligne, on obtient pour la valeur du potentiel en un point quelconque la formule

$$V = \frac{1}{4\pi}\int_{\lambda}\frac{1}{r}\rho_s\, g\, dx$$

dans laquelle ρ_s représente la résistivité du sol et $g\,dx$ le courant émis par l'élément du conducteur dx.

Le champ électrique créé dans le sol par une voie de tramway se trouve ainsi être le même que le champ newtonien dû à une ligne matérielle qui suivrait son parcours et dont la densité, positive ou négative, serait en chaque point proportionnelle au courant lancé dans le sol par les rails du tramway.

Les courants de circulation sont alors représentés par les lignes de force de ce champ et leur intensité, suivant une direction faisant un angle θ avec la direction du champ, a pour expression en chaque point de l'espace

$$I = \frac{1}{4\pi}\int_{\lambda}\frac{g\cos\theta}{r^2}\,dx.$$

Les calculs se réduisent dans tous les cas à de simples quadratures faciles à effectuer à l'aide des procédés d'approximation ordinaires.

Mais comme l'intensité g du courant émis par les rails est généralement donnée sous forme graphique, il sera le plus souvent commode de remplacer la courbe qui la représente par un polygone équivalent et de considérer le champ à déterminer comme résultant de la superposition des champs partiels correspondant aux divers côtés de ce polygone.

Dans cet ordre d'idées, il suffit de connaître le potentiel résultant de

l'action d'une droite matérielle de densité constante ou uniformément variable, et des calculs faciles donnent pour ce potentiel les expressions suivantes :

$$P = (\gamma + \gamma' X) \log \frac{r' + p'}{r - p} - \gamma'(r - r')$$

$$= (\gamma + \gamma' X) \log \frac{(r + p)(r' + p')}{Y^2} - \gamma'(r - r') = (\gamma + \gamma' X) \log \frac{a + c}{a - c} - \gamma' X \frac{2c}{a},$$

qui doivent être employées suivant les cas.

Dans ces formules, l'origine des coordonnées X, Y est au milieu de la droite considérée cc' qui a pour longueur $2c$ et pour densité $\gamma + \gamma' X$; rr' représentent les distances du point potentié aux extrémités cc', pp' les projections de ces distances sur cc', et $2a$ la somme $r + r'$.

Les surfaces équipotentielles sont des surfaces de révolution et le tracé de leurs sections méridiennes, comme celui du champ lui-même, s'effectue sans difficulté en partant des courbes homofocales correspondant à $\gamma' = 0$, c'est-à-dire à la droite de densité constante.

Il va sans dire que les calculs se simplifient notablement quand on considère uniquement les régions voisines de la voie, mais on observe souvent des phénomènes d'électrolyse dans des régions éloignées et il est bon d'être renseigné sur le parcours et la densité probable des courants à grande distance.

Il convient de remarquer que les expressions réduites ainsi obtenues affectent des formes très différentes, suivant qu'il s'agit des régions moyennes ou des régions voisines des extrémités.

On peut observer enfin que la forme générale des lignes de courant se trouve représentée par les fantômes magnétiques que dessineraient des pôles d'électro-aimants de puissance proportionnelle au débit correspondant de la voie, et pourrait ainsi être obtenue expérimentalement.

CHIMIE MINÉRALE. — *Détection des ions sulfuriques dissimulés dans les complexes*. Note (1) de MM. **P. Job** et **G. Urbain**, transmise par M. A. Haller.

Soit que les radicaux sulfuriques $(SO^4)_H$ aient moins de tendance à se dissimuler dans les groupements complexes que les ions chlore, par exemple, soit que les difficultés inhérentes à leur dosage à l'état de sulfate

(1) Séance du 29 mars 1920.

de baryum imposent un mode opératoire qui provoque la dislocation du complexe, la distinction précise entre les ions (SO^4) libres et ces ions masqués était jusqu'ici d'ordre plutôt théorique qu'expérimental. Pour établir la différence, on faisait appel à l'analogie des dérivés chlorés correspondants, ce qui ne laisse pas, étant hypothétique, d'être critiquable.

Le dosage des ions sulfuriques à l'état de sulfate barytique est brutal. Il faut chauffer les liqueurs pour rassembler le précipité et éviter qu'il ne traverse ultérieurement les filtres. Ce sont là des conditions auxquelles des complexes minéraux, toujours fragiles, ne sauraient résister. Les complexes minéraux, quelque voisins qu'ils soient de l'état parfait, sont toujours menacés d'une évolution plus ou moins rapide dès qu'on élève la température. Ils sont en effet peu stables et le plus sûr moyen d'éviter toute transformation est de paralyser le sel dissous par le froid.

Or on sait que la benzidine détermine dans les solutions neutres ou légèrement acides des sulfates un précipité pratiquement quantitatif de sulfate de benzidine. Cette réaction n'est guère affectée par la température, et, quelle que soit celle-ci, le précipité obtenu se filtre et se lave sans difficulté. Il n'était aucunement certain que le chlorhydrate de benzidine ne précipiterait pas non seulement les ions (SO^4) libres, mais même les ions masqués, car la benzidine étant une base faible, ses sels sont hydrolysés en solution aqueuse, laquelle contient de ce chef de l'acide chlorhydrique libre. Or les ions chlorhydriques pouvaient se substituer aux ions $(SO)^4$ à la faveur d'un équilibre, par exemple, et en déterminer la précipitation totale par la benzidine.

Nos expériences montrent que, fort heureusement, une telle réaction n'est pas inévitable, si l'on opère à froid et si l'on filtre le précipité formé dans la liqueur aussitôt qu'il est convenablement rassemblé.

A titre d'exemple nous donnons ci-dessous, sans décimales illusoires, quelques nombres obtenus tant par la méthode à la benzidine que par la méthode classique au chlorure de baryum :

	SO^4 pour 100 dosé par la méthode au	
	chlorhydrate de benzidine.	chlorure de baryum (SO^4 total).
I. — (SO^4) *non dissimulé.*		
$\left[Co\begin{matrix}(NH^3)^5\\ H^2O\end{matrix}\right]\begin{matrix}SO^4\\ SO^4H\end{matrix}$, aq.....	50,7 (à 15°)	50,7
$\left[Co\begin{matrix}(NH^3)^4\\ (H^2O)^2\end{matrix}\right]^2(SO^4)^3$, aq....	44,1 (à 0°)	44,2

	SO⁴ pour 100 dosé par la méthode au chlorhydrate de benzidine.	chlorure de baryum (SO^4 total).
II. — (SO^4) *totalement dissimulé.*		
$\left[Co\begin{matrix}(NH^3)^5\\SO^4\end{matrix}\right]NO^3$..........	0 (à 15°)	32
III. — (SO^4) *en partie dissimulé.*		
$\left[Co\begin{matrix}(NH^3)^5\\SO^4\end{matrix}\right]SO^4H$, aq.....	25 (à 15°)	49,5
$\left[Co\begin{matrix}(NH^3)^4\\SO^4\end{matrix}\right]SO^4H$, aq (¹)...	27,3 (à 15°)	55

Ces résultats ne laissent aucun doute sur la valeur de la méthode et ce qu'on peut en attendre. Alors que les sels de baryum employés suivant le procédé de dosage classique précipitent la totalité des groupements (SO^4) contenus dans un sulfate complexe, le chlorhydrate de benzidine précipite seulement, à froid, ceux qui fonctionnent comme ions libres.

D'autre part, les résultats précédents éliminent une fois de plus une des hypothèses dont la théorie de Werner, comme toutes les théories jeunes, était encombrée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'eau sur le sulfure d'éthyle dichloré.* Note de MM. **Ch. Boulin** et **L.-J. Simon**.

Au premier examen, le sulfure d'éthyle dichloré ne paraît pas se dissoudre dans l'eau froide ni être altéré à son contact. Une goutte de cette substance renfermée avec de l'eau dans un flacon y persiste longtemps ; en réalité, elle disparaît à la longue, car d'une part elle est légèrement soluble et, comme nous l'avons déjà vu pour le sulfate diméthylique, à cette solubilité se superpose une décomposition : l'eau prend une réaction acide due à la formation d'acide chlorhydrique dont la mesure permet de suivre la décomposition du sulfure dichloré.

La vitesse de cette décomposition s'accentue à mesure que la température s'élève et, à condition d'employer un excès d'eau à l'ébullition, la décomposition est presque totale dans le sens de la formule

$$S(CH^2-CH^2Cl)^2 + H^2O \rightarrow S(CH^2-CH^2OH)^2 + 2HCl.$$

(¹) Ce sel, non encore décrit, a été préparé par l'un de nous.

La solution aqueuse est alors limpide et ne révèle plus par son odeur la présence du produit chloré initial. Celui-ci est remplacé par un produit oxygéné, le thiodiglycol, que l'on isole *en neutralisant* au moyen de soude la solution acide et en concentrant sous pression réduite. Finalement le thiodiglycol, qui retient opiniâtrement l'humidité, est desséché dans le vide sur de l'anhydride phosphorique. On récupère 95 pour 100 de ce que prévoit la formule en thiodiglycol et chlorure de sodium. Il est indispensable de neutraliser avant concentration, sans quoi la réaction inverse se produirait. *Le phénomène est en effet un phénomène d'équilibre.* Nous avons effectué l'éthérification inverse avec l'acide chlorhydrique concentré commercial et constaté après Clarke qu'avec une technique convenable, d'ailleurs fort simple, cette éthérification peut être réalisée avec le même rendement quasi théorique que l'opération inverse.

Solubilité dans l'eau froide. — Comme la solution dans l'eau est accompagnée ou, plus exactement, suivie d'une décomposition, il est nécessaire d'un artifice pour distinguer les deux phénomènes : le sulfure est agité pendant quelques minutes avec un excès d'eau à une température déterminée. On laisse reposer, puis on prélève dans la couche aqueuse devenue limpide un volume connu dont on titre, d'une part, l'acidité immédiate, et, d'autre part, l'acidité après 24 heures de repos dans un endroit tiède. La première mesure fixe la quantité de sulfure détruit par l'eau et la seconde la quantité de sulfure simplement dissous puis détruit à la longue.

Si l'on effectue des prélèvements consécutifs, les deux mesures n'apparaissent pas comme indépendantes : le sulfure dissous croît proportionnellement au sulfure détruit. La solubilité dans l'eau du sulfure d'éthyle dichloré croît en effet en présence du thiodiglycol que sa décomposition progressive fait surgir. Si l'on trace un diagramme en portant en abscisses les molécules détruites et en ordonnées les molécules dissoutes, les points se placent sur une droite dont l'ordonnée à l'origine correspond à *une solubilité de* $0^{g},48$ *par litre :* c'est là la solubilité dans l'eau pure du sulfure d'éthyle dichloré.

Action de l'eau chaude. — Pour permettre une appréciation de l'influence de la température sur la rapidité de la destruction par l'eau du sulfure d'éthyle dichloré, nous avons comparé les durées nécessaires à la destruction totale d'une certaine quantité du produit aux températures de 20°, 50° et 100° par un excès d'eau (200 parties). Ces durées sont entre elles respectivement comme 1 — 7,5 et 30 au moins approximativement. Si maintenant on examine l'influence de l'excès d'eau, on observe qu'en employant moins d'eau (10 parties) la destruction exige, quelle que soit la température,

environ trois fois plus de temps. A la vérité, en rapportant les résultats à l'emploi d'une quantité d'eau invariable, on voit que, dans une durée triple, *il y a vingt fois plus de sulfure détruit :* cette remarque prend sa valeur dans le cas où, pour la destruction, on ne dispose que d'une quantité limitée d'eau.

Il y a lieu également d'observer qu'à 100° le sulfure est entraînable par la vapeur d'eau, à telle enseigne que Clarke utilisait cette propriété pour le purifier. Cette pratique est défectueuse par suite de la décomposition qui accompagne la distillation; mais, au point de vue de la destruction, les températures trop élevées doivent être évitées par suite de la volatilisation qu'elles provoquent.

Action de l'eau acidifiée ou alcalinisée. — En solution aqueuse à des concentrations voisines (1 mol-gr par litre), les acides étendus, l'acide chlorhydrique entre autres, semblent agir pour retarder légèrement l'action de l'eau pure. Il en est de même de l'ammoniaque.

Chose curieuse et inattendue, si l'on se reporte à la nature de la réaction, *la potasse, à la même concentration, exerce une influence retardatrice très nette sur la décomposition.*

100$^{cm^3}$ de potasse renfermant 100 mol-mg d'alcali ont détruit 7,5 mol-mg de sulfure en 11 heures à 50°, alors que, dans les mêmes conditions, 3 heures suffisaient avec l'eau pure.

La cause de cette singularité a été cherchée et trouvée dans l'action retardatrice exercée par le chlorure de sodium : des expériences dirigées dans cette intention l'ont établi.

Action de l'eau en présence de thiodiglycol. — Le thiodiglycol et le sulfure dichloré sont partiellement miscibles l'un à l'autre à la manière de l'éther et de l'eau. D'autre part, le thiodiglycol est entièrement miscible à l'eau. On doit donc s'attendre à ce qu'il augmente la solubilité du sulfure comme l'alcool éthylique augmente la miscibilité de l'éther et de l'eau. C'est bien ce qui arrive même pour des doses assez faibles de thiodiglycol. Pour des doses plus élevées la présence du thiodiglycol produit deux effets distincts : augmentant la solubilité dans l'eau, il augmente corrélativement la vitesse initiale de décomposition du sulfure par l'eau ; mais, d'autre part, comme il constitue l'un des produits de cette décomposition, son accumulation a pour effet de la limiter et d'en diminuer la vitesse. L'observation montre qu'en augmentant la quantité de thiodiglycol on accélère la disparition du sulfure dichloré non dissous, on augmente la solubilité et l'on diminue la quantité détruite au bout d'un temps donné. *L'addition de thiodiglycol*

favorise donc la solution du sulfure dichloré, mais au moins à une certaine dose il en retarde la destruction.

Dosage du chlore dans le sulfure dichloré. — Une dernière application de l'action de l'eau sur le sulfure dichloré se présente à propos de son analyse et en particulier de la détermination rapide et approximative du chlore. Le principe repose évidemment sur l'emploi d'une solution titrée de nitrate d'argent; mais la méthode de Mohr, en liqueur neutre avec chromate comme indicateur, ne fournit pas de résultats satisfaisants. Le virage manque de netteté et l'on ne peut en voir une autre cause que la présence du thiodiglycol dans la solution. Par contre, la méthode Charpentier au sulfocyanure nous a donné des résultats satisfaisants.

GÉOLOGIE. — *Sur l'extension des phénomènes de charriage dans la Sierra de Majorque (Baléares).* Note [1] de M. P. **Fallot**, transmise par M. W. Kilian.

Dans une Note récente [2] j'ai montré que le milieu de la Sierra de Majorque paraît formé de *quatre termes tectoniques* superposés dont le troisième, compté de bas en haut, est lui-même affecté d'imbrications de détail. Le raccord de ces éléments structuraux avec les écailles dont j'avais signalé l'existence en 1914 dans le tiers occidental de la chaîne est rendu délicat par la large et profonde dépression, tapissée de dépôts quaternaires, au fond de laquelle gît la ville de Soller.

Il semble toutefois que le massif des Puig Galera, Gros et Fontanellas, qui sert de socle au Teix (1064), représente l'équivalent des séries I et II mentionnées aux abords du Puig Mayor, en même temps que des deux termes inférieurs étudiés par moi en 1914. Sur le poudingue miocène qui couronne les éléments imbriqués de ce socle, repose le Teix lui-même, formé d'une écaille charriée, à base de Trias, écaille affectée d'un pli couché vers le Nord-Nord-Ouest dans le noyau synclinal duquel apparaissent le Tithonique fossilifère et peut-être le Néocomien. Cette écaille du Teix appartient sans doute à la série III; le pli couché qu'on y observe trouve sa continuation dans les accidents de la Sierra Alfabia.

Les importants dépôts quaternaires du sud de la chaîne n'ont pas encore permis de suivre la série IV vers l'Ouest.

L'étude des quatre « écailles » ou « nappes » observées au milieu de la chaîne peut se poursuivre plus facilement au nord-est du massif du Puig Mayor.

---

(1) Séance du 29 mars 1920.

(2) P. Fallot, *Observations sur les phénomènes de charriage du centre de la Sierra de Majorque* (*Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 739).

La série inférieure (I), remontant à la faveur d'une élévation d'axe, est mise à jour par l'érosion jusqu'au fond de la dépression d'Eubarca, près du Monastère de Lluch à 6^{km} du rivage nord de l'île. A l'est du couvent, ses calcaires liasiques constituent en partie la plaine rocheuse qui sépare le chaînon du Puig Tomir, du Puig Roig, et au milieu de laquelle le petit sommet conique de Son Ausinas est formé par un témoin de Trias reposant sans intercalation visible de Miocène sur les calcaires jurassiques.

La série n° II est *écrasée* par la nappe III, à l'est du Puig Mayor, contre un bombement important du substratum. Mais elle reparaît vers Casa Nova et Escorca et se suit constamment le long du pied nord-est du Puig Masanella jusqu'au pied du Puig Tomir. Elle paraît liée à la série I dans la dépression qui sépare ce sommet du Puig Roig. Le Miocène de la série II qui, en amont de Bini, comportait des couches à plantes et à lignites ne semble plus ici formé que par des poudingues, des grès à *Clypeaster* et des calcaires zoogènes.

Enfin la série III constitue les sommets qui entourent la dépression de Lluch : P. Masanella, col de Lluch, Puig Tomir, ainsi que la masse en recouvrement (masse complexe à laquelle s'ajoutent sans doute des éléments écrasés de la série (II), qui forme la plus grande partie du Puig Roig.

Mes observations ne se sont pas étendues à l'est de la région de Lluch. D'après l'intéressant travail de M. Darder [1], il semble toutefois que la série inférieure I se poursuit en bordure de la mer jusque vers la P^{a} de Ferrayo au nord de Pollenza.

Les marnes néogènes, apparaissant « en fenêtre » à la Cala San Vicente, appartiendraient à la série II, le Trias qui les recouvre semblant être l'homologue de celui que l'on observe sur le Miocène de Lluch, et marquant par conséquent la base de la série III.

Enfin la série IV trouve peut-être sa continuation dans la masse jurassique signalée comme étant en recouvrement sur du Néocomien et du Tertiaire, au Puig Pollenza.

Amplitude du mouvement tangentiel. — Le chevauchement de la série III sur les séries I et II atteint 5^{km} à 6^{km} vers Lluch. Le témoin du Puig l'Ofre (série IV) se trouve à 6^{km} en avant de la petite fenêtre de Son Vergé au pied sud du P. de Soncadañe; mais la disparition de toute la chaîne sous la plaine quaternaire ne permettra pas d'évaluation d'ensemble avant que le centre de l'île soit mieux connu.

Stratigraphiquement, il y a peu de différence entre les quatre écailles qui viennent d'être énumérées, à part la présence du Tithonique [2] accompagné par le Néocomien dans les deux plus élevées, et celle du Nummulitique qui remplace le Miocène dans ces mêmes unités supérieures.

---

(1) B. Darder Pericas, *El Triasico de Mallorca Trabaj. del Museo Nacional de Ciencias Naturales* (*Seria Geol.*, n° 7, 1914).

(2) En un point de la série III, à l'est de la maison du Cuba, le Tithonique connu partout ailleurs aux Baléares sous le facies à Céphalopodes, décrit à Cabra par M. Kilian, porte la trace d'un épisode zoogène. Parmi les fossiles en très mauvais état trouvés dans ce gisement, on reconnaît des Polypiers ainsi que des Brachiopodes à très gros crochets *Ter* cf. *mitis* Suess, *Mag.* cf. *cataphracta* Suess, *Rhynchonella*, sp.

Toutefois, la grande complexité de cette chaîne, étroite et très disloquée, obligera sans doute à la considérer comme solidaire des massifs montagneux du sud de l'île. Dans cette *hypothèse*, la Cordillère nord représenterait la partie frontale d'une ou de plusieurs nappes ayant cheminé en profondeur du Sud-Est vers le Nord-Ouest et dont les digitations, butant sur quelque obtacle autochtone, aurait réalisé la série d' « écailles » déferlant les unes contre les autres décrites sommairement dans les lignes qui précèdent.

PALÉONTOLOGIE. — *La faune quaternaire de la base de l'Ergeron à Cambrai.* Note [1] de M. G. **Dubois**, présentée par M. Ch. Barrois.

M. J. Godon a mis à jour, il y a quelques années, une riche faune de mammifères quaternaires au faubourg Saint-Druon à Cambrai [2]. Les ossements très nombreux découverts, par cet habile naturaliste, généreusement offerts par lui au musée de Lille, se trouvaient, mélangés sans ordre, dans un sable argileux contenant quelques rares galets de silex, situé à la base de l'ergeron et reposant sur des sables tertiaires. On sait, principalement à la suite des recherches de Commont, que la base de l'ergeron est d'âge moustérien ancien. Cette faune est surtout remarquable par sa richesse en petits Rongeurs et en Carnassiers. Je l'ai étudiée en détail et j'y ai reconnu les espèces suivantes :

Spermophilus rufescens Keys. et Blas. (Spermophile des steppes du sud-est de la Russie), en très grande abondance : crânes, vertèbres, os des membres).

Arvicola amphibius Pallas (Campagnol rat d'eau), rare : un fragment de crâne.

Arvicola nivalis Martins (Campagnol des neiges), rare : un fragment de crâne.

Myodes lemmus Pallas (Lemming de Norvège), assez commun : fragments de crâne, mandibules.

Dicrostonyx torquatus Gloger = *Myodes torquatus* Keys. et Blas. (Lemming à collier), assez commun : fragments de crâne, mandibules.

Lepus timidus L. (Lièvre), assez commun : os des membres.

Hyæna spelæa Gold. (Hyène des cavernes), rare : fragment de mandibule avec dentition de lait.

Canis lagopus L. (Renard arctique ou Renard bleu), commun : crâne, os des membres, vertèbres, fragments osseux divers; fragment de mâchoire d'un jeune animal avec dentition de lait.

---

(1) Séance du 29 mars 1920.

(2) J. Godon, *Découverte d'une faune quaternaire à Cambrai* (*Ann. S. Géol. Nord*, t. 35, 1906, p. 189).

Mustela nivalis L. (Belette), rare : fragment de crâne, mandibule.

Putorius Godoni nov. sp., Putois très différent du Putois commun actuel et présentant de grandes affinités d'une part avec le *Put. Eversmanni* Lesson, des steppes du sud-est de la Russie ; d'autre part avec le *Put. nigripes* Aud. et Bachm., des prairies de la région du Missouri aux États-Unis. Cette espèce est représentée à Saint-Druon par une tête entière bien conservée et un fragment de tête. Les très légères différences ostéologiques que j'ai pu constater entre le type de Cambrai et les deux formes également voisines de ce type : *Put. Eversmanni* et *Put. nigripes*, m'ont empêché de l'assimiler à l'une ou à l'autre de ces deux espèces. La forme *Put. Godoni* sera décrite et figurée dans un travail ultérieur.

Elephas primigenius Blum. (Mammouth), assez rare : fragments d'os divers, une molaire de lait.

Equus caballus L. (Cheval), rare : fragments divers.

Rhinoceros tichorhinus Fisch. (Rhinoceros à narines cloisonnées), commun : nombreux os des membres très bien conservés.

Bos : quelques fragments.

Cervus tarandus L. (Renne), assez rare : quelques fragments d'os des membres.

On peut remarquer dans cette faune :

1° Des formes peu typiques ou peu localisées, soit à une région, soit à un climat : *Must. nivalis*, *Lep. timidus*; on doit y rattacher *Hyæna spelæa*, voisine de *Hyæna crocuta* actuelle, et dont l'histoire géologique reste encore mal comprise au point de vue climatérique.

2° Des formes de steppes : *Eq. caballus*, *Sperm. rufescens*, *Put. Godoni* (puisque cette espèce est très voisine à la fois de *Put. Eversmanni* et de *Put. nigripes*).

3° Une forme de montagne : *Arv. nivalis*.

4° Des formes arctiques dont certaines très caractéristiques des toundras : *Cerv. tarandus*, *Can. lagopus*, *M. lemmus*, *Dicr. torquatus;* il faut y ajouter : *El. primigenius*, *Rh. tichorhinus*, toujours associés à des formes froides dans le Quaternaire.

5° Une forme de climat tempéré, plutôt humide : *Arv. amphibius*.

Un tel mélange de formes, aujourd'hui si nettement caractéristiques au point de vue climatérique, est l'indice d'un affolement dans les migrations, dû à une avancée à la fois brusque et considérable du glacier septentrional, lors de la glaciation wurmienne.

ACTINOMÉTRIE. — *Sur les actinomètres d'Arago et de Bellani.* Note de M. **Louis Besson**, présentée par M. Bigourdan.

Pour les observations actinométriques appliquées à l'hygiène ou à l'agriculture, deux instruments déjà anciens conservent, malgré les progrès de

la science, un certain intérêt, à cause de leur prix relativement bas et de leur simplicité. Ce sont l'actinomètre à boules conjuguées d'Arago, dit *de Montsouris*, et le lucimètre ou actinomètre totalisateur de Bellani.

Employés pour la première fois en France par Marié-Davy, ils ont été, de la part de ses successeurs à l'Observatoire de Montsouris, l'objet de nombreuses études qui ont abouti à plusieurs perfectionnements. Bon nombre des exemplaires actuellement en service dans les stations météorologiques ont été vérifiés et étalonnés à Montsouris. Une longue expérience nous a montré que l'emploi de ces deux instruments nécessitait diverses précautions ou corrections, faute desquelles les résultats qu'on en tirerait seraient dénués de valeur. Nous croyons utile de les faire connaître.

1° *Actinomètre à boules conjuguées.* — La position donnée à l'instrument a la plus grande importance. Trop souvent encore, on place les deux thermomètres dans un plan vertical orienté Est-Ouest, où ils dessinent un V. Or les réservoirs ne sont jamais rigoureusement sphériques, les uns sont un peu allongés dans le sens de l'axe, les autres un peu aplatis; de plus, la tige est toujours une cause de perturbation. Si donc l'instrument est exposé comme nous venons de le dire, les deux réservoirs thermométriques sont frappés par les rayons solaires dans des conditions différentes et qui varient au cours de la journée. Le rapport des différences thermométriques lues sur deux actinomètres placés côte à côte peut présenter une variation diurne très accentuée. A lumière égale, les indications de l'instrument dépendent donc de la position du Soleil dans le ciel et n'ont pas de signification précise. Il n'en est plus de même si l'on a soin d'orienter les thermomètres parallèlement à l'axe du monde. Dans ces conditions, il ne peut plus subsister qu'une petite variation annuelle, liée au mouvement du Soleil en déclinaison et généralement négligeable.

Ce qui est plus grave, c'est la diminution progressive de sensibilité que manifestent les actinomètres d'Arago dans le cours du temps. Pour l'un d'eux, par exemple, la différence thermométrique a diminué de 23 pour 100 en 8 ans.

Cette variation est attribuable à ce que les ampoules de verre qui entourent les thermomètres perdent peu à peu de leur transparence. Elle paraît sans remède. Tout ce qu'on peut faire, c'est d'appliquer aux différences thermométriques observées un coefficient variable dont on détermine les valeurs successives par des comparaisons assez fréquentes avec un étalon que l'on conserve à l'abri de toute cause d'altération.

2° *Actinomètre totalisateur.* — Nous mentionnerons seulement pour

mémoire deux faits connus : chaque exemplaire a sa sensibilité propre et celle-ci diminue à mesure que la boule bleue se vide, suivant une loi qui est également variable d'un exemplaire à l'autre. On en tient compte à l'aide d'une Table de correction qui ramène les lectures à celles qu'on aurait faites sur un instrument idéal dont la sensibilité serait constamment égale à celle que possède l'instrument étalon au zéro de sa graduation.

L'étalonnage est fait par temps clair et la Table de correction qu'on en déduit permet de rendre les observations comparables lorsque le temps est tel; mais, si le ciel est très nuageux ou couvert, il n'en est plus de même. L'expérience montre que, de deux actinomètres inégalement sensibles, celui qui l'est le moins devient, à la lumière diffuse, paresseux relativement à l'autre. Nous en avons vu qui, par ciel entièrement couvert, ne distillaient absolument pas. Il ressort de là que la vitesse de distillation de cet instrument n'est pas proportionnelle à l'intensité de la lumière. Elle reste nulle jusqu'à ce que celle-ci ait atteint une certaine valeur, qui diffère d'un exemplaire à l'autre, après quoi elle se rapproche progressivement de la proportionnalité.

Lorsqu'on a affaire à des instruments peu différents et qui sont lus fréquemment, par exemple toutes les trois heures, on peut, dans une certaine mesure, rétablir la comparabilité au moyen d'une nouvelle correction qui est fonction de la quantité de liquide distillée dans l'intervalle de deux observations. C'est ainsi que nous opérons.

Passons à l'influence de la température, qui n'est nullement négligeable. La sensibilité de l'instrument croît avec la température ambiante. Depuis bien des années, nous avons entrepris l'étude de cette influence, en comparant par temps clair, à différentes températures, les indications de l'actinomètre totalisateur et celles de l'actinomètre d'Arago qui sont à peu près indépendantes de la température de l'air. Les résultats présentent des irrégularités qui tiennent vraisemblablement à l'absorption sélective de l'actinomètre à boule bleue. En gros, on peut cependant dire dès à présent que, comparativement à ce qu'elle est à la température de 10°, la sensibilité de l'actinomètre vaporisateur augmente du dixième de sa valeur quand le thermomètre monte à 20° et diminue d'autant lorsqu'il s'abaisse à 0°.

Nous avons repris cette recherche depuis l'été dernier, à l'aide d'un actinomètre à boules conjuguées dont le réservoir thermométrique absorbant est fait du même verre bleu que la boule de l'actinomètre vaporisateur. Elle n'est pas encore terminée, mais paraît devoir conduire à un résultat peu différent de celui que nous venons d'indiquer.

Cet instrument perd, lui aussi, de sa sensibilité avec le temps, mais la diminution est plus lente que pour l'actinomètre d'Arago.

Pour conclure, notre opinion est que le lucimètre de Bellani peut donner des indications fort utiles sur les variations de la luminosité dans une même station ou encore sur les différences de luminosité d'une station à une autre, si l'on se contente de lui demander le signe de ces différences et leur ordre de grandeur, mais nous ne croyons pas qu'on puisse jamais en obtenir des mesures tant soit peu précises de la quantité de chaleur lumineuse reçue du Soleil ou du ciel.

AGRONOMIE. — *Sur l'action de la chloropicrine sur les parasites du blé et sur les rats.* Note de M. **A. Piutti**, présentée par M. Roux ([1]).

M. Bertrand et ses collaborateurs ont fait récemment connaître, dans ce Recueil ([2]), les résultats d'un certain nombre d'expériences qu'ils ont effectuées sur l'action de la chloropicrine sur différents parasites et sur les rats. Ces expériences conduisent, tout naturellement, à d'importantes conclusions pratiques; à savoir : la destruction des parasites dans les céréales et la dératisation des navires.

Les expériences de M. Bertrand et de ses collaborateurs constituent également une confirmation très nette des résultats expérimentaux que nous avons obtenus, il y a déjà plus de deux ans et que nous avons publiés à l'époque ([3]).

Depuis 1917, à la suite des recherches en question, nous préconisions l'emploi de ce liquide de guerre ([4]) pour les mêmes buts pratiques auxquels M. Bertrand le propose aujourd'hui.

([1]) J'ai en vain cherché à la bibliothèque de l'Institut de France et dans plusieurs autres les années 1917 et 1918 du *Rend. della R. Accad. di Scienze fisiche e matematiche di Napoli*, elles n'y étaient pas encore parvenues. (Dr Roux.)

([2]) G. Bertrand, *Comptes rendus*, t. 168, 1919, p. 742. — G. Bertrand et Mme M. Rosenblatt, *Ibid.*, p. 911. — G. Bertrand, Brocq-Rousseu et Dassonville, *Ibid.*, t. 169, 1919, p. 441, 880, 1059 et 1428. — G. Bertrand et Brocq-Rousseu, *Ibid.*, t. 170, 1920, p. 345.

([3]) Arnaldo Piutti et L. Bernardini, *Sopra l'azione della cloropicrina* (*tricloronitrometano*) *sui parasiti del grano* (*Rend. della R. Accad. di Scienze fisiche e matematiche di Napoli*, 3e série, vol. 23, p. 5; séance du 7 avril 1917); *Sulla derattizzazione nei trasporti navali mediante la cloropicrina* (*Rend. R. Acc. Sc. fis. mat. di Napoli*, 3e série, vol. 24, p. 16; séance du 2 mars 1918).

([4]) Le Ministère à l'Agriculture italien, dès janvier 1919, sur notre proposition,

Dans cette courte Note, nous croyons faire chose utile en rappelant très sommairement les résultats généraux de nos recherches. Ce rappel nous semble d'autant plus justifié qu'il ne paraît pas que nos études aient été à la connaissance de M. Bertrand, qui n'en fait pas mention dans ses belles recherches.

1° Pour ce qui regarde l'action de la chloropicrine sur les parasites du blé (*calandra granaria*, *tenebrioides mauritanicus*, *lemophleus ferruginens* et larves de lépidoptères : *sitotroga cerearella*, *tinea granella*, *plodia americana*), il convient de rappeler que nos nombreuses expériences, qui ont porté toujours sur des blés très avariés, ont été faites, d'abord en petit, sous cloche de verre et plus tard en grand, en opérant sur des tonnes de blé, placées dans un dépôt habituel de minoterie. Il ressort nettement de toutes ces expériences que si la chloropicrine agit, sur le blé, *environ une semaine, à la dose de* 20^{cm^3} *par mètre cube* (*d'espace occupé ou non par le blé*) *et à la température d'environ* 15°-20°, *on a d'excellents résultats en ce qui concerne la mort des parasites.*

L'action parasiticide de la chloropicrine est, dans ces conditions, supérieure à celle de CS^2, car ce dernier liquide, pour donner les mêmes résultats, doit être employé en quantités beaucoup plus grandes et, de plus, il présente des inconvénients pratiques bien connus (inflammabilité). Toutes choses égales d'ailleurs, il a été prouvé que l'élévation de la température favorise grandement l'action parasiticide du liquide en question, du fait de sa plus grande volatilité.

Nous avons également établi que la farine et le pain fabriqués avec des blés traités par la chloropicrine étaient absolument inoffensifs et qu'ils conservaient toute leur valeur nutritive. Il est cependant très remarquable que les graines de blé perdent environ 30 pour 100 de leur pouvoir de germination par le traitement à la chloropicrine. Dans les expériences de M. Bertrand, la dose de liquide employé par mètre cube a été environ 10 fois plus élevée que dans les nôtres; dans ce cas, il est donc à prévoir (indépendamment des inconvénients que ces hautes concentrations peuvent présenter au point de vue de l'emploi pratique) que les graines aient à subir une action destructive trop énergique de leur pouvoir de germination.

---

a nommé une Commission d'études qui a confirmé tous nos résultats. Ce même Ministère a déjà communiqué aux industriels intéressés les instructions pratiques (dont la rédaction nous a également été confiée) concernant l'emploi de la chloropicrine comme désinfectant des céréales.

2° Les expériences que nous avons faites en vue de l'emploi de la chloropicrine pour la dératisation des navires ont d'abord été effectuées dans le laboratoire (dans des chambres appropriées) et ensuite dans les cales de bateaux. Ces cales cubaient respectivement 800^{m^3} (expériences effectuées à bord du *Tebe*, 5 décembre 1917) et 1075^{m^3} (expériences à bord du *Sumatra*, 17 décembre 1917).

En faisant tomber goutte à goutte la chloropicrine (contenue dans un récipient en fer étamé et placé sur le pont du navire) dans des tubes en toile contenant de l'ouate, qui pendaient dans les cales mêmes, nous avons obtenu la mort de tous les rats que nous avions placés dans la cale, à différentes hauteurs, au bout de 2 heures 30 de temps. Il est en outre utile de remarquer que ces résultats ont été obtenus en utilisant seulement $1^{kg},5$ de chloropicrine (soit 900^{cm^3} de liquide).

Les expériences de M. Bertrand, effectuées avec des concentrations de beaucoup supérieures aux nôtres, confirment nos résultats et, de plus, établissent que les puces des rats sont tuées bien avant les rats même, ce qui, au point de vue de la transmission des épidémies, présente évidemment un intérêt capital.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur la résistance des microzymas à l'action du temps et sur leur survivance dans l'ambre.* Note de M. V. **Galippe**, présentée par M. Yves Delage.

L'ambre est une résine fossile provenant de différentes espèces de Conifères. Cette résine ayant été un produit de sécrétion physiologique, il était intéressant de rechercher si les éléments vivants normaux ou accidentels qu'elle avait renfermés au moment de sa formation, avaient pu traverser une longue série de siècles sans perdre leur vitalité.

Grâce à la bienveillance de M. A. Lacroix, nous avons pu étudier un certain nombre de spécimens d'ambre de la collection minéralogique du Muséum dont, pour la majorité, l'origine était connue.

La technique que nous avons suivie est la suivante : D'une façon générale l'ambre est partiellement soluble dans l'éther, mais ce fait n'est pas constant. Nous avons mis cette propriété à profit; mais avant de soumettre l'ambre à l'action de ce dissolvant, nous l'avons débarrassé soigneusement par l'émondage mécanique et des lavages prolongés dans l'eau distillée stérilisée des impuretés qui pouvaient souiller sa surface. Enfin les morceaux d'ambre, après avoir été séchés entre des feuilles de papier-filtre stérilisé, ont été mis en contact avec de l'eau distillée stérilisée et sursaturée

d'éther pendant vingt-quatre heures et fréquemment agités. Au sortir de cette solution éthérée, les fragments d'ambre étaient essuyés entre des feuilles de papier stérilisé et finalement placés dans l'éther pur.

La durée du traitement par l'éther a varié suivant les spécimens. Il en est qui se sont montrés absolument réfractaires à l'action de ce dissolvant et qui ont dû être pulvérisés par des moyens mécaniques avec toutes les précautions antiseptiques requises. La plupart, au contraire, se gonflaient, se ramollissaient au contact de l'éther et se laissaient facilement diviser à l'aide d'un instrument stérilisé.

D'une façon générale les morceaux d'ambre sont restés, au minimum, quarante-huit heures dans l'éther, mais souvent ce contact a dû être prolongé pendant quatre ou cinq jours. A l'aide d'une aiguille stérilisée, on s'assurait du degré de résistance des fragments d'ambre plongés dans l'éther. Le résultat recherché étant obtenu, les fragments d'ambre, après avoir été placés entre des feuilles de papier-filtre stérilisé, étaient aseptiquement divisés en parcelles aussi fines que possible et ensemencés sur des milieux de culture solides ou liquides.

Chaque fois que cela nous a été possible, nous avons pratiqué l'examen microscopique direct des parcelles d'ambre et presque toujours, malgré les difficultés de cet examen, nous avons pu y constater la présence de microzymas, de bacilles ovoïdes et, plus rarement, de bâtonnets fortement incurvés.

La majorité de nos ensemencements ont donné des résultats positifs après quarante-huit heures de séjour à l'étuve, mais un certain nombre ont été beaucoup plus tardifs.

D'une façon générale, la flore de l'ambre ne s'est pas montrée très variée. Sans entrer dans des détails qui trouveront place ailleurs, nous nous contenterons de dire que dans nos cultures nous avons toujours trouvé des microzymas, des bacilles ovoïdes, ainsi que des bâtonnets. Ces microrganismes étaient habituellement doués de mouvements très vifs. Examinés à la lumière polarisée, les bacilles ovoïdes ne fixant pas la matière colorante se sont montrés biréfringents.

Spécimens d'ambre ayant donné des résultats positifs. — *Origine inconnue :* quatre. *Baltique* (*Königsberg*, *Danzig*, etc.); *île d'Enet, près l'île d'Aix* (Crétacé, Cénomanien); *Ambre de Villers-en-Prayer* (Aisne) (Tertiaire, Éocène). *Saint-Lon* (Landes) (Cénomanien), deux spécimens. *Scanello* (près Bologne). *Meudon* (Seine-et-Oise) (Éocène, dans argile plastique). *Briollay* (Maine-et-Loire, Cénomanien). *Allinges* (près Thonon, Miocène). *Andard* (Maine-et-Loire, Cénomanien). *Brion* (Maine-et-Loire, Cénomanien).

Berland (Charente, Cénomanien). Résine subfossile, *Rives du Congo*. *Catina* (Roumanie). *Sainte-Suzanne* (Basses-Pyrénées, Crétacé inférieur). *Rives de la Sarthe* (près Précigné, Cénomanien). *Maisons-Laffitte* (Éocène); *Rives du Dniéper* (environs de Kiev).

SPÉCIMENS D'AMBRE AYANT DONNÉ DES RÉSULTATS NÉGATIFS. — *Sougraigne* (Aude) (Cénomanien), *Bata* (Congo) (Crétacé), *Ingarskila* (Finlande).

De cette longue série d'expériences il résulte que le temps est resté sans action sur les organismes vivants que l'ambre renfermait au moment de sa formation et que ceux-ci ont résisté à sa fossilisation. Il est infiniment probable qu'ils vivront autant que l'ambre lui-même et peut-être plus longtemps encore [1].

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de la chloropicrine sur les plantes supérieures*. Note de M. GABRIEL BERTRAND, présentée par M. ROUX.

Les résultats intéressants que viennent de publier MM. Guérin et Lormant [2], au sujet de l'action exercée par le chlore et diverses vapeurs sur les plantes vertes, m'engagent à faire connaître dès aujourd'hui quelques-uns des résultats que j'ai obtenus dans la même direction en étudiant, d'une manière spéciale, les effets de la chloropicrine.

Mes expériences ont porté sur des arbres et des arbrisseaux, comme le poirier, l'orme, le peuplier, le lilas, la vigne, le fusain du Japon, le laurier-cerise, etc. et sur des plantes herbacées, annuelles, bisannuelles ou vivaces, comme l'avoine, le chou, le trèfle, le mélilot, l'aspérule odorante, etc.

Des tiges ou des rameaux feuillés de ces diverses plantes ont été, aussitôt coupés, plongés par leur partie inférieure dans de petits flacons remplis d'eau et soumis ensuite, durant 10 à 30 minutes, quelquefois davantage, à l'action d'une atmosphère titrée de chloropicrine. La proportion de substance active a varié, suivant les expériences, depuis 1^g jusqu'à 200^g par mètre cube.

Comme on pouvait s'y attendre, les effets ont été différents suivant la dose, la durée du contact et l'espèce végétale considérée. En général, voici ce qu'on observe quand on traite les plantes par la chloropicrine à l'obscurité, entre 15° et 20°, et qu'on les place ensuite sur la table du laboratoire, près d'une fenêtre.

---

(1) Ce travail a été exécuté avec la collaboration de Mme G. Souffland.

(2) *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 401.

Aux doses les plus fortes, les feuilles sont tuées rapidement et en quelque sorte fixées : au lieu de se ramollir, de se faner et de tomber, comme on le verra plus loin, elles conservent à peu près leur forme primitive, jusqu'à dessiccation complète sur les rameaux.

A des doses plus faibles, de quelques dizaines de grammes par mètre cube, on observe surtout les effets d'une forte plasmolyse : des gouttelettes peuvent même sourdre à la surface des feuilles (par exemple avec le fusain du Japon, à partir de 20^g par mètre cube). La coloration verte fait place à une teinte d'abord plus foncée et plus bleue, devenant parfois verte avec un fond rougeâtre ou même entièrement rougeâtre, comme dans la coloration automnale (peuplier, poirier). Ensuite, les feuilles se ramollissent, deviennent jaunes, brunes ou noires, selon les espèces, se recroquevillent et tombent.

Lorsque la dose est encore plus petite, de l'ordre de quelques grammes par mètre cube, l'action dominante est toujours une plasmolyse, mais les effets sont plus tardifs et plus atténués. Les feuilles n'apparaissent touchées que plusieurs heures et même plusieurs jours après leur sortie de l'atmosphère toxique. On voit très souvent alors se former, principalement à partir de l'extrémité libre et des bords, des points ou de petites taches brunes, dont le nombre et l'étendue augmentent avec le temps. Dans tous les cas, les feuilles se flétrissent et, presque toujours, se détachent. Ces effets rappellent ceux du froid et des anesthésiques.

Enfin, avec les plus petites doses, une faible action peut encore se manifester, réduite à la chute tardive des feuilles, sans changement appréciable de la couleur ni, pour ainsi dire, de la turgescence ([1]).

Un indice à peu près constant et très sensible de la plasmolyse provoquée par la chloropicrine est le dégagement de substances odorantes, dû sans doute, dans la plupart des cas, à la réaction de diastases diverses (hydrolases, oxydases, etc.) sur des glucosides. C'est ainsi que j'ai noté l'odeur d'amande amère et la production d'acide cyanhydrique (déjà signalée par MM. Guérin et Lormant) avec le laurier-cerise ; l'odeur de foin coupé, liée à la formation de coumarine, avec le mélilot, l'aspérule odorante et l'ageratum. Le poirier dégage une odeur douce très agréable, le trèfle une odeur herbacée, le chou une odeur rappelant l'huile de colza. Dans le cas de la marguerite dorée, les fleurs prennent une odeur de pomme et les feuilles celle d'essence de synanthérée, etc.

([1]) Les tiges, dans leur partie herbacée, subissent les mêmes effets que les feuilles, mais à un degré moindre.

Une constatation importante et plutôt inattendue est que les feuilles jeunes sont moins sensibles que les adultes. Aussi voit-on souvent, aux plus petites doses encore actives, les feuilles tomber les unes à la suite des autres, à partir des plus anciennes jusqu'à celles de l'extrémité des rameaux. Parfois, les dernières subsistent encore ou seulement les bourgeons terminaux, surtout quand ceux-ci sont tant soit peu protégés par les feuilles les plus jeunes. Ainsi, pour donner quelques exemples numériques : avec le fusain du Japon, les bourgeons terminaux sont restés vivants, toutes les feuilles étant tombées, après un séjour de 10 minutes dans une atmosphère à 20^g par mètre cube, de 10 à 20 minutes dans une atmosphère à 10^g ou de 20 à 30 minutes dans une atmosphère à 5^g; avec le lilas, les bourgeons et les plus jeunes feuilles ont encore résisté après un séjour de 20 à 30 minutes dans une atmosphère à 5^g et avec le peuplier de 10 minutes dans une atmosphère à 10^g. Les plantes herbacées sont en général plus sensibles, cependant le mélilot a montré une résistance tout à fait semblable à celle du peuplier.

D'après ces résultats, il est donc possible, à la rigueur, de se servir de la chloropicrine pour débarrasser un végétal de tous ses parasites foliaires sans le faire périr. Quelques jours après le traitement, comme je m'en suis assuré dans plusieurs cas, les bourgeons inaltérés se développent et le végétal se couvre de nouvelles feuilles.

M. **Georges de Bothezat** adresse une Note intitulée : *Sur une possibilité du calcul de la vitesse absolue du système solaire.*

La séance est levée à 16 heures.

É. P.